

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-341158

(43) 公開日 平成10年(1998)12月22日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
H 0 3 M 1/10		H 0 3 M 1/10	A
			C
1/12		1/12	C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

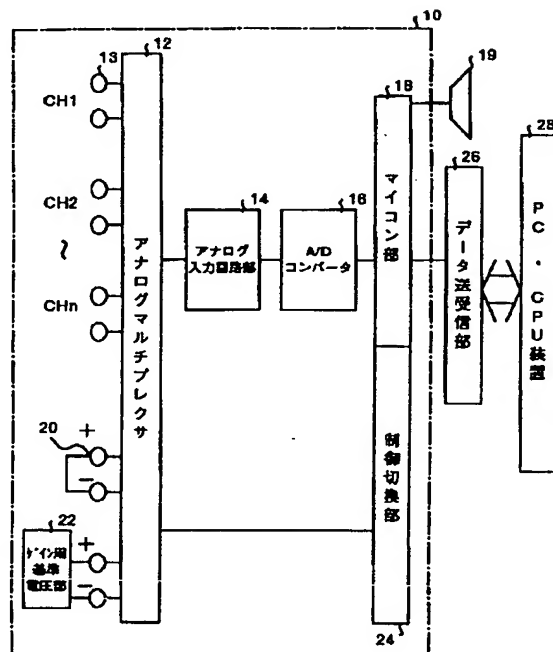
(21) 出願番号	特願平9-152403	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成9年(1997)6月10日	(72) 発明者	星川 賢 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三 菱電機エンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	高瀬 茂明 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三 菱電機エンジニアリング株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 酒井 宏明

(54) 【発明の名称】 A/D変換装置

(57) 【要約】

【課題】 アナログ入力回路の温度変化や経年変化等によるA/D変換精度の低下を防止すること。

【解決手段】 オフセット用基準電圧部20からのオフセット用基準電圧と、ゲイン用基準電圧部22からのゲイン用基準電圧とを制御切換部24がアナログマルチプレクサ12を制御して周期的に切り換え、アナログ入力回路部14を介してA/Dコンバータ16でA/D変換され、マイコン部18に取り込まれ、オフセット値、ゲイン値として保持される。アナログ入力も同様の経路を経てマイコン部18に取り込まれる。マイコン部18では保持されたオフセット値とゲイン値とに基づいてソフト上にて変換される。このため、温度変化等によるA/D変換誤差が補正され、A/D変換精度を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 差動入力を短絡してオフセット用基準電圧を発生するオフセット用基準電圧部と、アナログ入力と前記オフセット用基準電圧の入力とを切り換えるアナログマルチプレクサと、前記アナログマルチプレクサから入力されるアナログ入力信号を適宜処理するアナログ入力回路部と、前記アナログ入力回路部から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換部と、前記アナログマルチプレクサの入力切り換え制御を行ってアナログ入力とオフセット用基準電圧とを周期的に取り込む制御切換部と、前記制御切換部によって周期的に取り込まれるアナログ入力とオフセット用基準電圧とを前記A/D変換部で変換したA/D変換値を一定周期ごとに更新してオフセット値を補正する補正部と、を備えていることを特徴とするA/D変換装置。

【請求項2】 前記アナログマルチプレクサに入力されるアナログ入力が複数チャンネルあって、各チャンネルごとにオフセット用基準電圧とアナログ入力との切り換えを行う切換部を備え、前記制御切換部で前記切換部の切り換え制御を行ってオフセット値の補正を自動的に行うことを特徴とする請求項1に記載のA/D変換装置。

【請求項3】 ゲイン用基準電圧を発生するゲイン用基準電圧部をさらに備え、前記アナログマルチプレクサは、アナログ入力と前記オフセット用基準電圧入力と前記ゲイン用基準電圧入力とを切り換え、前記制御切換部は、前記アナログマルチプレクサの入力切り換え制御を行ってアナログ入力とオフセット用基準電圧とゲイン用基準電圧とを周期的に取り込み、前記補正部は、前記制御切換部によって周期的に取り込まれるアナログ入力とオフセット用基準電圧とゲイン用基準電圧とを前記A/D変換部で変換したA/D変換値を一定周期ごとに更新してオフセット値とゲイン値を補正することを特徴とする請求項1に記載のA/D変換装置。

【請求項4】 前記アナログ入力回路部は、アナログ入力範囲を切り換え可能として増幅率を可変とし、前記補正部は、前記アナログ入力回路部で切り換えたアナログ入力範囲に応じてオフセット値とゲイン値とを補正するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のA/D変換装置。

【請求項5】 前記ゲイン用基準電圧のA/D変換値と前記アナログ入力のA/D変換値との比較結果に基づいて装置の故障検出を行う故障検出部を、さらに備えたことを特徴とする請求項3又は4に記載のA/D変換装置。

【請求項6】 前記故障検出部で前記ゲイン用基準電圧

のA/D変換値と前記アナログ入力のA/D変換値との比較結果が所定の精度範囲を超えた場合に、装置が故障していることを通知する通知手段を、さらに備えたことを特徴とする請求項5に記載のA/D変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、A/D変換装置に係り、さらに詳しくは、複数のアナログ入力をアナログマルチプレクサとA/D変換部とを用いてデジタル値に変換するA/D変換装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えば信号入力回路とリレー出力回路とを多数用意し、この間の制御方法をプログラムにより決定するプログラマブルコントローラ(Programmable Controller:以下、PCと称する)等を用いる場合には、デジタル処理を行うため、アナログ入力を取り込まれる際には、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D(アナログ/デジタル)変換装置が必要であった。

【0003】例えば、図6には、従来のPCのA/D変換装置50のシステム構成を示すブロック図が示されており、このA/D変換装置50では、オフセット調整用スイッチ58やゲイン調整用スイッチ60を用いてオフセット調整やゲイン調整が行われていた。

【0004】図6におけるA/D変換装置50は、複数のアナログ入力が切り換え可能なアナログマルチプレクサ51、アナログマルチプレクサ51に入力される複数のnチャンネル(CH1~CHn)から成るアナログ入力端子52、各チャンネルのアナログ入力端子52に対してオフセット電圧又はゲイン電圧を入力するオフセット/ゲイン電圧入力端子53、アナログ入力信号を適宜処理するアナログ入力回路部54、アナログ入力回路部54からのアナログ出力をA/D変換してデジタル信号に変換するA/Dコンバータ56、オフセット調整用スイッチ58又はゲイン調整用スイッチ60のON/OFFによりソフト的にその変換値を保持し、その値を基準としてアナログ入力値をデジタル値に変換するマイクロコンピュータ部(以下、マイコン部と略称する)62、アナログマルチプレクサ51のアナログ入力の切り換え制御を行う制御切換部64などで構成されている。

【0005】そして、このA/D変換装置50によりA/D変換されたデジタルデータは、データ送受信部66を介してPC・CPU装置68側に送られてデジタル処理がなされていた。

【0006】この従来のA/D変換装置50は、システム立ち上げ時にオフセット/ゲイン電圧入力端子53から入力される任意のオフセット電圧やゲイン電圧を制御切換部64でアナログマルチプレクサを51を切り換えながら各チャンネルへ入力して、オフセット調整用スイッチ58又はゲイン調整用スイッチ60をON/OFF

することにより、マイコン部62内でソフト的に変換値が保持され、その保持された変換値に基づいてアナログ入力値をデジタル値に変換していた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のA/D変換装置は構成されているが、以下に述べるような課題を有している。

【0008】すなわち、1度設定されたオフセット/ゲイン電圧入力端子53から入力されるオフセット電圧やゲイン電圧は、温度変化や経年変化に関わらず常に一定の値に保持されているため、A/D変換装置50の温度特性等を良くするためには、特にアナログ入力回路部54に温度特性の良好な高価な部品を多数使用する必要があり、部品コストがアップするという不都合があった。

【0009】また、アナログ入力回路部54のアナログ入力範囲を可変として、増幅率を変えられるようにした場合は、その増幅率を変化させる度にオフセット調整やゲイン調整を行わなければならない、面倒であった。

【0010】さらに、上記従来例では、A/D変換装置の故障検出機能を具備していなかったため、A/D変換装置が故障か否かを調べる場合、疑わしい入力チャンネルに対して定電圧源を一々接続し直して、適切なA/D変換値であるかどうかを確認しなければならず、手間がかかるという不都合があった。

【0011】本発明は、かかる従来技術の有する不都合に鑑みてなされたもので、アナログ入力回路部に温度特性等の良好な高価な部品を使用しなくても温度変化や経年変化に影響され難いA/D変換精度の高いA/D変換装置を得ることを第1の目的とする。

【0012】また、アナログ入力回路部の増幅率を変化させてもオフセット調整やゲイン調整が自動的に行われるA/D変換装置を得ることを第2の目的とする。

【0013】また、A/D変換が適正に行われているかを容易に検出できる故障検出機能を備えたA/D変換装置を得ることを第3の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明に係るA/D変換装置にあっては、差動入力を短絡してオフセット用基準電圧を発生するオフセット用基準電圧部と、アナログ入力と前記オフセット用基準電圧の入力とを切り換えるアナログマルチプレクサと、前記アナログマルチプレクサから入力されるアナログ入力信号を適宜処理するアナログ入力回路部と、前記アナログ入力回路部から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換部と、前記アナログマルチプレクサの入力切り換え制御を行ってアナログ入力とオフセット用基準電圧とを周期的に取り込む制御切換部と、前記制御切換部によって周期的に取り込まれるアナログ入力とオフセット用基準電圧とを前記A/D変換部で変換したA/D変換値を一定周期ごとに更新してオフ

セット値を補正する補正部と、を備えているものである。

【0015】これによれば、差動入力を短絡したオフセット用基準電圧部がオフセット用基準電圧を発生させ、アナログマルチプレクサの入力切り換え制御を制御切換部で行ってアナログ入力とオフセット用基準電圧入力とを切り換えてアナログ入力回路部へ出力し、そのアナログ入力回路部から出力されるアナログ信号をA/D変換部でデジタル信号に変換する。そして、補正部は、制御切換部によりアナログ入力とオフセット用基準電圧とをA/D変換部に周期的に取り込んでA/D変換したA/D変換値に基づいて、オフセット値を一定周期ごとに更新して補正するようにする。このため、差動入力を短絡した安価なオフセット用基準電圧を用いて、シーケンスプログラムを用いることなく温度変化等によるオフセット誤差を自動的に調整することが可能であるので、温度変化や経年変化に影響され難い高いA/D変換精度を得ることができる。

【0016】つぎの発明に係るA/D変換装置にあっては、前記アナログマルチプレクサに入力されるアナログ入力複数チャンネルあって、各チャンネルごとにオフセット用基準電圧とアナログ入力との切り換えを行う切換部を備え、前記制御切換部で前記切換部の切り換え制御を行ってオフセット値の補正を自動的に行うものである。

【0017】これによれば、アナログマルチプレクサに複数チャンネルのアナログ入力があり、切換部により各チャンネルごとにオフセット用基準電圧とアナログ入力との切り換え制御を行って、オフセット値を自動的に補正するようにする。このため、実際に使用するアナログ入力へ直接オフセット用基準電圧が加わることから、入力経路の違いによる誤差を無くすることができる。

【0018】つぎの発明に係るA/D変換装置にあっては、ゲイン用基準電圧を発生するゲイン用基準電圧部をさらに備え、前記アナログマルチプレクサは、アナログ入力と前記オフセット用基準電圧入力と前記ゲイン用基準電圧入力とを切り換え、前記制御切換部は、前記アナログマルチプレクサの入力切り換え制御を行ってアナログ入力とオフセット用基準電圧とゲイン用基準電圧とを周期的に取り込み、前記補正部は、前記制御切換部によって周期的に取り込まれるアナログ入力とオフセット用基準電圧とゲイン用基準電圧とを前記A/D変換部で変換したA/D変換値を一定周期ごとに更新してオフセット値とゲイン値を補正するようにしたものである。

【0019】これによれば、さらにゲイン用基準電圧を発生するゲイン用基準電圧部を備え、アナログマルチプレクサに入力されるアナログ入力とオフセット用基準電圧とゲイン用基準電圧とを制御切換部により周期的に切り換えて、A/D変換部で変換したA/D変換値に基づいて一定周期ごとにオフセット値とゲイン値とが更新さ

れて補正される。このため、アナログ入力回路部に温度特性等の良好な高価な部品を使用しなくても、温度変化がA/D変換精度に影響しなくなる。また、オフセット値とゲイン値とが一定周期ごとに自動更新されるため、経年変化を防止することができる。さらに、内蔵のオフセット用基準電圧部とゲイン用基準電圧部とを用いることから、装置立ち上げ時のオフセット調整やゲイン調整が不要となる。

【0020】つぎの発明に係るA/D変換装置にあっては、前記アナログ入力回路部は、アナログ入力範囲を切り換え可能として増幅率を可変とし、前記補正部は、前記アナログ入力回路部で切り換えたアナログ入力範囲に応じてオフセット値とゲイン値とを補正するものである。

【0021】これによれば、アナログ入力回路部のアナログ入力範囲を切り換えて増幅率を変えた場合は、切り換えたアナログ入力範囲に応じて補正部によりオフセット値とゲイン値とが補正される。このように、アナログ入力回路部のアナログ入力範囲を切り換えて増幅率を変えた場合であっても、ソフト上で自動的にオフセット調整とゲイン調整することが可能となる。

【0022】つぎの発明に係るA/D変換装置にあっては、前記ゲイン用基準電圧のA/D変換値と前記アナログ入力のA/D変換値との比較結果に基づいて装置の故障検出を行う故障検出部を、さらに備えている。

【0023】これによれば、A/D変換が正しく行われているか否かの故障検出は、故障検出部によりゲイン用基準電圧のA/D変換値とアナログ入力のA/D変換値とを比較することにより行っているため、容易かつ正確に検出することができる。

【0024】つぎの発明に係るA/D変換装置にあっては、前記故障検出部で前記ゲイン用基準電圧のA/D変換値と前記アナログ入力のA/D変換値との比較結果が所定の精度範囲を超えた場合に、装置が故障していることを通知する通知手段を、さらに備えている。

【0025】これによれば、故障検出部によりゲイン用基準電圧のA/D変換値とアナログ入力のA/D変換値との比較した結果が所定の精度範囲を超えているか否かにより故障の有無を検出し、故障が有る場合は通知手段でオペレータ等に対して装置の故障を知らせる。このため、故障か否かを容易に判別することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係るA/D変換装置の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。

【0027】（実施の形態1）図1には、実施の形態1に係るA/D変換装置10の構成を示すブロック図が示され、図2には、実施の形態1に係るオフセット値、ゲイン値の変換を説明する線図が示され、図3には、温度変化によるオフセット誤差の補正を説明する線図が示されている。この実施の形態1に係るA/D変換装置10

は、複数のアナログ入力を取り込み、これをA/D変換したデジタル値をPC・CPU装置28側へ与えて処理させるA/D変換装置として実施したものである。

【0028】このA/D変換装置10は、複数のアナログ入力及び基準電圧入力の切り換えを行うアナログマルチプレクサ12、アナログマルチプレクサ12に入力される複数のチャンネル（CH1～CHn）からなるアナログ入力端子13、アナログマルチプレクサ12で切り換えられたアナログ入力信号を適宜処理するアナログ入力回路部14、アナログ入力回路部14から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換部としてのA/Dコンバータ16、A/Dコンバータ16でA/D変換されたデジタル信号に基づいてオフセット調整やゲイン調整を周期的に実行して、オフセット値やゲイン値を補正する補正部、あるいはゲイン用基準電圧のA/D変換値とアナログ入力のA/D変換値との比較結果に基づいてA/D変換装置の故障検出を行う故障検出部としてのマイクロ・コンピュータ部（以下、マイコン部という）18を備えている。

【0029】さらに、マイコン部18において後述するゲイン用基準電圧部22から入力されるゲイン用基準電圧と前記アナログ入力端子13から入力されるアナログ入力のそれぞれのA/D変換値を比較し、その比較結果が所定の精度範囲を超えた場合にアラーム信号等を発して警告する通知手段としてのアラーム19、差動入力を短絡してオフセット用基準電圧（0V）を発生するオフセット用基準電圧部20、ゲイン調整用基準電圧を発生するゲイン用基準電圧部22を備えている。このゲイン用基準電圧部22には、ここでは、温度特性が良好で、精度の良いものが用いられている。

【0030】また、A/D変換装置10は、前記アナログマルチプレクサ12の入力切り換えをマイコン部18のソフト上で制御して行い、一定周期ごとにアナログ入力とゲイン用基準電圧とオフセット用基準電圧とを取り込む制御切換部24を備えている。この制御切換部24でアナログ入力とゲイン用基準電圧とオフセット用電圧とを取り込む間隔は、途中で温度変化があってもその温度変化に従ってオフセット値とゲイン値とを補正することにより、温度変化に影響されことなく高いA/D変換精度を確保するために必要十分な間隔とすることが望ましい。

【0031】つぎに、図1ないし図3を用いてソフト上でオフセット値、ゲイン値を変換する動作について説明する。

【0032】図1のアナログマルチプレクサ12にオフセット用基準電圧部20から入力されるオフセット用基準電圧と、ゲイン用基準電圧部22から入力されるゲイン用基準電圧は、それぞれアナログ入力回路部14を経由して、A/Dコンバータ16でA/D変換される。図2は、A/Dコンバータ16に入力される入力電圧

(V)としてのオフセット用基準電圧とゲイン用基準電圧に基づいて、オフセット値aとゲイン値bに変換され、マイコン部18上に取り込まれて、オフセット値あるいはゲイン値として保持される。

【0033】また、アナログ入力端子13から入力されるアナログ入力、同様の経路を経てA/D変換され、マイコン部18上に取り込まれ、上述したオフセット値とゲイン値とに基づいてソフト上で変換される。

【0034】このA/Dコンバータ16で変換されるオフセット値aおよびゲイン値bは、温度変化等によって変化する。このため、マイコン部18においては、図2に示されるように、例えば一定時間ごとにソフト上でオフセット値aを0に、ゲイン値bを1000に変換するようにし、オフセット値aおよびゲイン値bの変動とは関係なく常にオフセット用基準電圧が0に、ゲイン用基準電圧が1000に変換される。そして、アナログ入力力は、このオフセット値aおよびゲイン値bに基づいて*

$$\text{測定値}Y(\text{デジタル値}) = G \cdot (X - a) \cdots (1)$$

【0038】この(1)式を用いて、A/Dコンバータ16の変換値aを定期的に更新することにより、温度変化によるオフセット誤差を補正することができる。すなわち、オフセット用基準電圧である0Vが入力されているときは、測定値は常にデジタル値0とする。

【0039】これを温度変化によるA/Dコンバータの変換値とソフト上での変換値との関係を示した図3で見ると、オフセット値の0V入力の温度変化がないときの線図G1のA/Dコンバータ変換値をaとし、温度変化の影響を受けたときの線図G2のA/Dコンバータの変換値をa'とし、アナログ入力の温度変化がないときの線図G1のA/Dコンバータ16の変換値をXとし、温度変化の影響を受けたときの線図G2のA/Dコンバータの変換値をX'とする。

【0040】ここで、上述したようにソフト上でのゲインGは、温度変化の影響を受けない(図3の線図の傾きが変化しない)ものとして、aをa'に補正することにより、XをX'に補正することができるため、測定値Yを変化させないようにすることができる。このように、実施の形態1では、温度変化によるオフセット誤差をソフト上で処理することにより温度変化の影響を受けないように補正することができる。なお、このA/D変換装置10により変換されたデータは、データ送受信部26を経てPC・CPU装置28側へ送られる。

【0041】なお、この実施の形態1では、アナログ入力回路部14での入力レンジを固定にした場合について説明したが、アナログ入力範囲を切り換え式として、アナログ入力回路部14での増幅率を可変とするようにしてもよい。このように、アナログ入力回路部14での増幅率を可変としても実施の形態1では、上述したようにソフト上でオフセット調整とゲイン調整を行うことができるので、アナログ入力範囲の切り換えに応じて自動的

*計算して変換するようにする。

【0035】例えば、オフセット用基準電圧部20は、差動入力を短絡することにより差動入力電圧(オフセット用基準電圧)が0Vとなる。この差動入力には、アナログ入力チャンネルとほぼ同一の差動入力アナログマルチプレクサICを用いているため、アナログ入力と同一の経路を通っていると考えられ、アナログ入力のA/D変換値と同様に0V入力のA/Dコンバータ16の変換値も温度変化の影響を受ける。

【0036】そこで、オフセット用基準電圧である0V入力のA/Dコンバータ16の変換値をaとし、工場出荷設定時のソフト上でのゲインをGとし(但し、Gは一定とする)、アナログ入力電圧のA/Dコンバータ16の変換値をXとすると、次式(1)により測定値Yを算出することができる。

【0037】

にオフセット調整と、ゲイン調整を行うことができる。

【0042】また、ゲイン用基準電圧部22のゲイン用基準電圧をA/Dコンバータ16でA/D変換した値は、上述したようにソフト上の制御を行うことによってマイコン部18に取り込むことが可能となり、アナログ入力と同時にゲイン値を表示させることにより、A/D変換値が正常であるかどうかを判別する故障検出機能を持たせることができる。

【0043】さらに、この故障検出機能において、マイコン部18では、ゲイン用基準電圧をA/D変換した値をソフト上の制御を行うことによって取り込み、温度変化、経年変化を含めて、所定の精度範囲を越えたか否かをソフト上で判断し、越えている場合はアラーム信号をアラーム19に送出して警告することにより、オペレータにA/D変換装置10が故障していることを知らせることができる。

【0044】以上述べたように、この実施の形態1によれば、温度特性等の良好な高価な部品をアナログ入力回路部に使用しなくても、温度変化、経年変化等によるA/D変換精度の低下を防止することができる。

【0045】また、従来のように、装置立ち上げ時におけるオフセット調整やゲイン調整の手間を省くことが可能であるとともに、アナログ入力回路部のアナログ入力範囲を切り換えて増幅率を変えたとしても、ソフト上で自動的にオフセット調整とゲイン調整を行うことができるため、常に適正なA/D変換精度を保つことができる。

【0046】さらに、ゲイン用基準電圧のA/D変換値とアナログ入力のA/D変換値とを補正部と比較することにより、A/D変換が正しく行われているか否かの故障検出を容易かつ正確に検出することができるとともに、通知手段を用いれば故障の発生を確実にオペレータ

に通知することができる。

【0047】（実施の形態2）つぎに、この発明の実施の形態2を図4に基づいて説明する。ここで、前述した実施の形態1と同一若しくは同等の構成部分については同一符号を付すとともにその説明を簡略化し若しくは省略するものとする。

【0048】図4には、実施の形態2に係るA/D変換装置30の構成を示すブロック図が示されている。この実施の形態2のA/D変換装置30もアナログ入力を取り込んでA/D変換したデジタル値をPC・CPU装置28側へ与えるためのものである。

【0049】この実施の形態2に係るA/D変換装置30の特徴的な構成は、実施の形態1と比較してアナログマルチプレクサ12に入力される基準電圧が差動入力を短絡することでオフセット用基準電圧を発生するオフセット用基準電圧部20だけで、ゲイン用基準電圧部22が設けられていない点である。このため、図4に示される実施の形態2の制御切換部24は、アナログマルチプレクサ12の入力切り換えをマイコン部18のソフト上で制御して行い、一定周期ごとにアナログ入力とオフセット用基準電圧とを取り込むものである。

【0050】つぎに、実施の形態2の動作について説明する。この実施の形態2における基本的な動作については、上述した実施の形態1とほぼ同じであるが、実施の形態2の場合はオフセット用基準電圧がオフセット用基準電圧部20からアナログマルチプレクサ12に入力され、アナログ入力回路部14を経由して、A/Dコンバータ16にてA/D変換され、マイコン部18内に取り込まれてオフセット値として保持される。また、アナログ入力端子13から入力されるアナログ入力についても同様の経路を経てA/D変換処理され、マイコン部18上に取り込まれる。

【0051】上述したオフセット値とアナログ入力の交換値は、制御切換部24により一定周期ごとにアナログマルチプレクサ12を切り換え制御することによりマイコン部18に取り込まれる。そして、マイコン部18内では、ソフト上でアナログ入力からオフセット値を減算して補正処理することにより、アナログ信号を温度変化などに影響されることのないデジタル信号に精度良く変換処理することができる。このように、オフセット用基準電圧を用いてソフト上でアナログ入力をA/D変換処理したデジタルデータは、データ送受信部26を経てPC・CPU装置28側へ送られる。

【0052】以上説明したように、実施の形態2では、基準電圧としてオフセット用基準電圧を用いてアナログ入力をソフト上で補正処理することにより、温度変化に影響に影響されないA/D変換処理を精度良く行うことができる。また、この実施の形態2の場合も実施の形態1と同様に、オフセット誤差を周期的に自動調整するため、温度変化や経年変化に影響され難い高いA/D変換

精度を得ることができる。さらに、実施の形態2では、温度特性の良好な高価で高精度なゲイン用基準電圧を用いる必要がないため、安価に構成することができる。

【0053】なお、実施の形態2の場合も実施の形態1と同様に、オフセット用基準電圧の取り込みは、温度変化の状況等を顧慮して必要十分な間隔ごとに取り込むことが望ましい。

【0054】（実施の形態3）つぎに、この発明の実施の形態3を図5に基づいて説明する。ここで、前述した実施の形態1と同一若しくは同等の構成部分については同一符号を付すとともにその説明を簡略化し若しくは省略するものとする。

【0055】図5には、実施の形態3に係るA/D変換装置40の構成を示すブロック図が示されている。この実施の形態3のA/D変換装置40もアナログ入力を取り込んでA/D変換したデジタル値をPC・CPU装置28側へ与えるためのものである。

【0056】この実施の形態3に係るA/D変換装置40の特徴的な構成は、実施の形態1と比較して、差動入力を短絡することによりオフセット用基準電圧を発生させるとともに、各チャンネルごとのアナログ入力との切り換える切換部としてのアナログスイッチ42が設けられている。制御切換部24は、アナログスイッチ42を切り換え制御することにより周期的にオフセット用基準電圧を取り込んで、マイコン部18においてオフセット値を周期的に補正し直すようにしている。

【0057】すなわち、実施の形態2との違いは、実際に使用する各チャンネルのアナログ入力に対してアナログスイッチ42を用いることによって、オフセット用基準電圧を入力している点である。

【0058】つぎに、実施の形態3の動作について説明する。この実施の形態3における基本的な動作については、上述した実施の形態1とほぼ同じであるが、実施の形態3の場合は、アナログスイッチ42によりオフセット用基準電圧とアナログ入力とが各チャンネルごとに一定周期ごとに切り換えられて取り込まれ、A/Dコンバータ16にてA/D変換されてマイコン部18に取り込まれる。

【0059】そして、マイコン部18では、温度変化等を顧慮して必要十分な間隔ごとに切換制御部24で切り換え制御が行われるようにソフト上で制御され、オフセット値を一定期間ごとにソフト上で補正するとともに、この補正されたオフセット値に基づいてアナログ入力がA/D変換される。すなわち、オフセット用基準電圧の入力は、アナログ入力回路部14を経由して、A/Dコンバータ16にてA/D変換され、マイコン部18上に取り込まれ、オフセット値として保持される。

【0060】また、アナログ入力も全く同様の経路を経ることによってA/D変換され、マイコン部18上に取り込まれる。そして、マイコン部18では、ソフト上で

アナログ入力からオフセット値が加減算されてA/D変換される。この変換されたデジタルデータは、データ送受信部16を経てPC・CPU装置28側へ送られる。

【0061】以上説明したように、実施の形態3では、アナログスイッチ42により各チャンネルごとにオフセット用基準電圧とアナログ入力とが切り換え制御され、オフセット値が自動補正される際に、実際に使用するアナログ入力へ直接オフセット用基準電圧を加えることが可能となり、入力経路の違いによる誤差を無くすることができる。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、この発明に係るA/D変換装置によれば、差動入力を短絡した安価なオフセット用基準電圧を用いて、シーケンスプログラムを用いることなく温度変化等によるオフセット誤差を自動的に調整することが可能であるので、温度変化や経年変化に影響され難い高いA/D変換精度を得ることができる。

【0063】つぎの発明に係るA/D変換装置によれば、切換部により各チャンネルごとにオフセット用基準電圧とアナログ入力とを切り換え制御してオフセット値を自動補正する際に、実際に使用するアナログ入力へ直接オフセット用基準電圧を加えることができるので、入力経路の違いによる誤差を無くすることができる。

【0064】つぎの発明に係るA/D変換装置によれば、温度特性等の良好な高価な部品をアナログ入力回路部に使用しなくても、温度変化、経年変化等によるA/D変換精度の低下をなくし、装置立ち上げ時におけるオフセット調整やゲイン調整の手間を省くことができる。

【0065】つぎの発明に係るA/D変換装置によれば、アナログ入力回路部のアナログ入力範囲を切り換え*

*で増幅率を変えても、ソフト上で自動的にオフセット調整とゲイン調整を行うことができる。

【0066】つぎの発明に係るA/D変換装置によれば、ゲイン用基準電圧のA/D変換値とアナログ入力のA/D変換値とを補正部で比較することにより、A/D変換が正しく行われているか否かの故障検出を容易かつ正確に検出することができる。

【0067】つぎの発明に係るA/D変換装置によれば、補正部により故障を検出すると通知手段により故障の発生が通知されるので、故障か否かを容易に判別することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係るA/D変換装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 実施の形態1に係るオフセット値、ゲイン値の変換を説明する線図である。

【図3】 温度変化によるオフセット誤差の補正を説明する線図である。

【図4】 この発明の実施の形態2に係るA/D変換装置の構成を示すブロック図である。

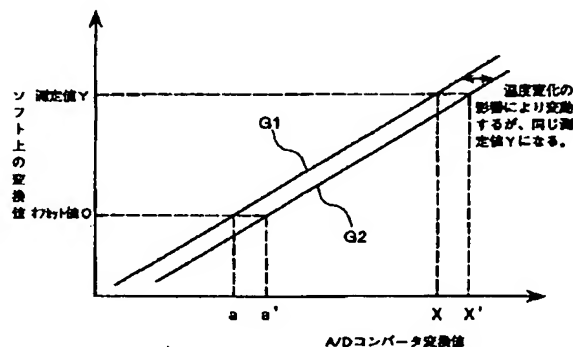
【図5】 この発明の実施の形態3に係るA/D変換装置の構成を示すブロック図である。

【図6】 従来におけるA/D変換装置の構成を示すブロック図である。

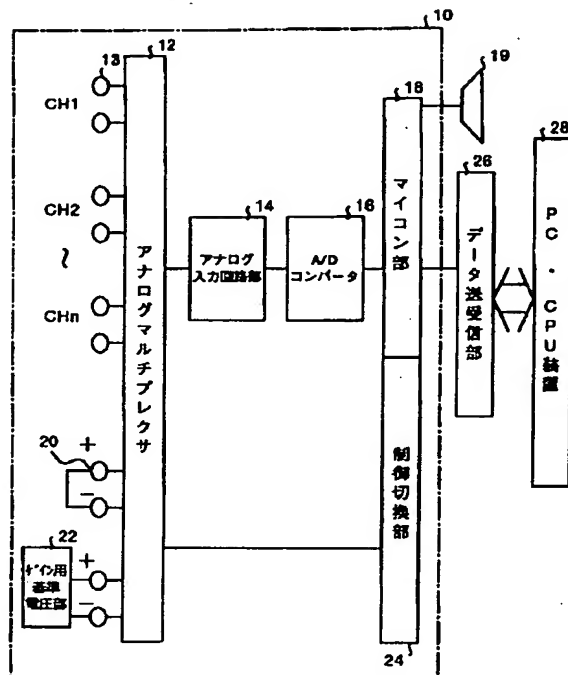
【符号の説明】

10 A/D変換装置、12 アナログマルチプレクサ、14 アナログ入力回路部、16 A/Dコンバータ、18 マイクロ・コンピュータ部（マイコン部）、19 アラーム、20 オフセット用基準電圧部、22 ゲイン用基準電圧部、24 制御切換部、42 アナログスイッチ。

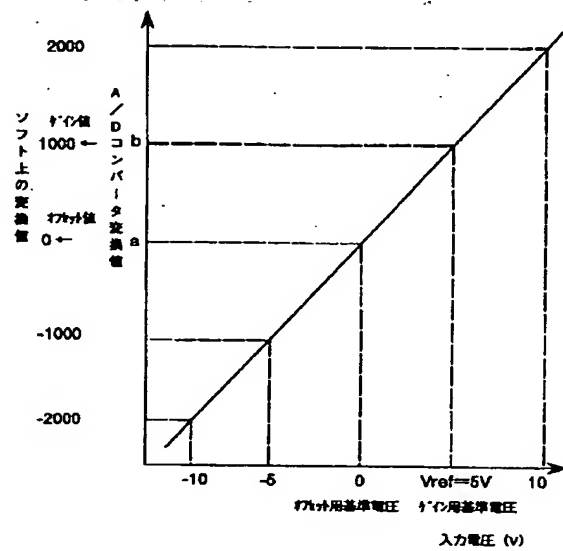
【図3】



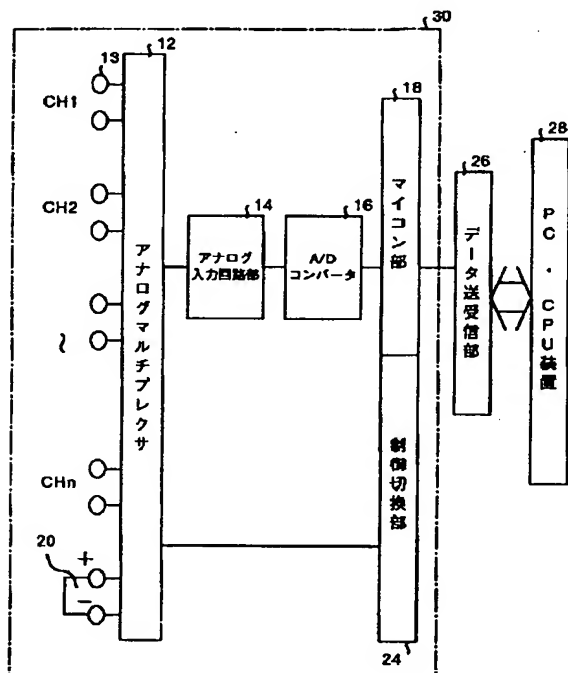
【図1】



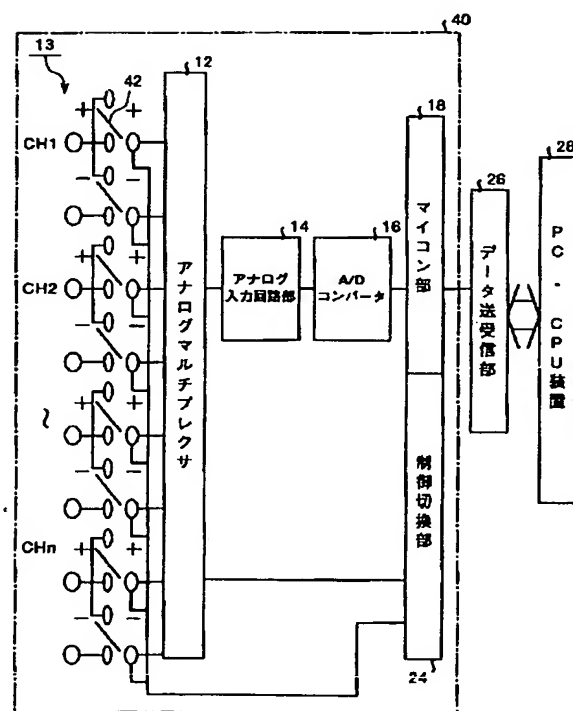
【図2】



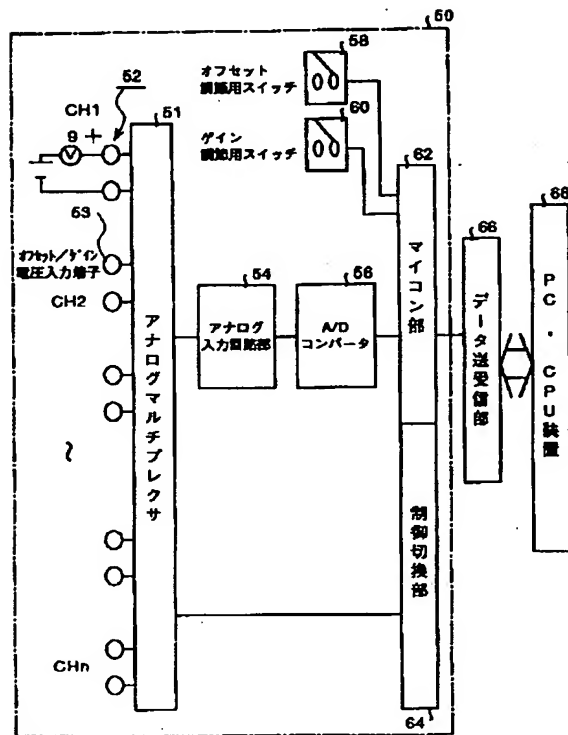
【図4】



【図5】



【図6】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成13年11月2日(2001.11.2)

【公開番号】特開平10-341158

【公開日】平成10年12月22日(1998.12.22)

【年通号数】公開特許公報10-3412

【出願番号】特願平9-152403

【国際特許分類第7版】

H03M 1/10

1/12

【F1】

H03M 1/10 A

C

1/12 C

【手続補正書】

【提出日】平成13年2月13日(2001.2.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】この従来のA/D変換装置50は、システム立ち上げ時にオフセット/ゲイン電圧入力端子53から入力される任意のオフセット電圧やゲイン電圧を制御切換部64でアナログマルチプレクサ51を切り換えながら各チャンネルへ入力して、オフセット調整用スイッチ58又はゲイン調整用スイッチ60をON/OFFすることにより、マイコン部62内でソフト的に変換値が保持され、その保持された変換値に基づいてアナログ入力値をデジタル値に変換していた。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正内容】

【0052】以上説明したように、実施の形態2では、基準電圧としてオフセット用基準電圧を用いてアナログ入力をソフト上で補正処理することにより、温度変化に影響されないA/D変換処理を精度良く行うことができる。また、この実施の形態2の場合も実施の形態1と同様に、オフセット誤差を周期的に自動調整するため、温度変化や経年変化に影響され難い高いA/D変換精度を得ることができる。さらに、実施の形態2では、温度特性の良好な高価で高精度なゲイン用基準電圧を用いる必要がないため、安価に構成することができる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正内容】

【0060】また、アナログ入力も全く同様の経路を経ることによってA/D変換され、マイコン部18上に取り込まれる。そして、マイコン部18では、ソフト上にてアナログ入力からオフセット値が加減算されてA/D変換される。この変換されたデジタルデータは、データ送受信部26を経てPC・CPU装置28側へ送られる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正内容】

【0064】つぎの発明に係るA/D変換装置によれば、温度特性等の良好な高価な部品をアナログ入力回路部に使用しなくても、温度変化、経年変化等によるA/D変換精度の低下をなくし、装置立ち上げ時におけるオフセット調整やゲイン調整の手間を省くことができる。

【手続補正5】

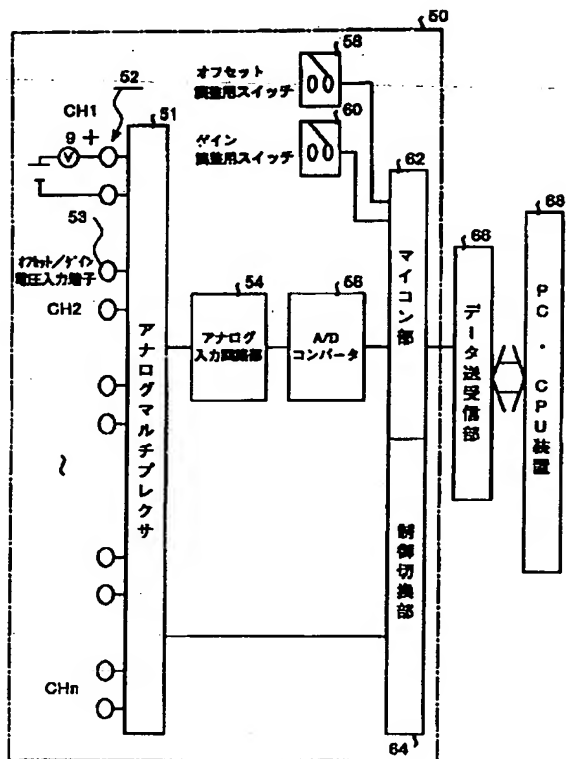
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図6】



Document 2:

(57) [Abstract]

[Problem] To prevent the accuracy of A/D conversion from being deteriorated due to a temperature change or a secular change in an analog input circuit.

[Solution] A control switch section 24 controls an analog multiplexer 12 to periodically select an offset-use reference voltage from an offset-use reference voltage section 20 or a gain-use reference voltage from a gain-use reference voltage section 22. The selected reference voltage is A/D-converted by an A/D converter via an analog input circuit section 14, and the resulting signal is received by a microcomputer section 18, where the signal is stored as an offset value and a gain value. The analog input is also received by the microcomputer section 18 via a similar path. The received signal is converted with software on the basis of the offset value and the gain value stored in the microcomputer section 18. Thus, an error in A/D conversion due to a temperature change or the like is corrected, and the accuracy of A/D conversion is improved.

[Claims]

[Claim 1]

An A/D conversion device comprising:

- an offset-use reference voltage section that shorts a differential input to generate an offset-use reference voltage;
- an analog multiplexer that selects an analog input or the offset-use reference voltage;
- an analog input circuit section that appropriately processes an analog input signal inputted from the analog multiplexer;
- an A/D conversion section that converts the analog signal outputted from the analog input circuit section into a digital signal;
- a control switch section that conducts input switch control of the analog multiplexer to periodically receive the analog input and the offset-use reference voltage; and
- a correction section that corrects an offset value by updating, every constant period, an A/D conversion value obtained as a result of the A/D conversion section converting the analog input and the offset-use reference voltage periodically received by the control switch section.

[Claim 2]

The A/D conversion device of claim 1, wherein

- the analog input inputted to the analog multiplexer comprises plural channels,
- the A/D conversion device includes a switch section that conducts switching of the offset-use reference voltage and the analog input per channel,

and the control switch section conducts switch control of the switch section to automatically conduct correction of the offset value.

[Claim 3]

The A/D conversion device of claim 1, further comprising a gain-use reference voltage section that generates a gain-use reference voltage, wherein

the analog multiplexer switches the analog input, the offset-use reference voltage input and the gain-use reference voltage input,

the control switch section conducts input switch control of the analog multiplexer and periodically receives the analog input, the offset-use reference voltage and the gain-use reference voltage, and

the correction section corrects the offset value and the gain value by updating, every constant period, A/D conversion values obtained as a result of the A/D conversion section converting the analog input, the offset-use reference voltage and the gain-use reference voltage periodically received by the control switch section.

[Claim 4]

The A/D conversion device of claim 1, wherein

the analog input circuit section makes the analog input range switchable to vary the gain, and

the correction section is configured to correct the offset value and the gain value in accordance with the analog input switched by the analog input circuit section.

[Claim 5]

The A/D conversion device of claim 3 or 4, further comprising a

failure detection section that conducts failure detection of the device on the basis of the result of a comparison of the A/D conversion value of the gain-use reference voltage and the A/D conversion value of the analog input.

[Claim 6]

The A/D conversion device of claim 5, further comprising notifying means that provides notification of the fact that the device has failed when the result of the comparison by the failure detection section of the A/D conversion value of the gain-use reference voltage and the A/D conversion value of the analog input exceeds a predetermined accuracy range.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

The present invention relates to an A/D conversion device, and in particular to an A/D conversion device that converts plural analog inputs into digital values using an analog multiplexer and an A/D conversion section.

[0002]

[Prior Art]

Conventionally, digital processing is conducted when numerous signal input circuits and relay output circuits are prepared and a programmable controller (called a "PC" below) that determines the method of controlling these with a program is used. Thus, when an analog input is received, an A/D (analog/digital) conversion device is needed to convert the analog signal to a digital signal.

[0003]

FIG. 6 is a block diagram showing the system configuration of an A/D conversion device 50 of a conventional PC. In this A/D conversion device 50, offset adjustment and gain adjustment have been conducted using an offset adjustment-use switch 58 and a gain adjustment-use switch 60.

[0004]

The A/D conversion device 50 in FIG. 6 is configured by: an analog multiplexer 51 that can switch between plural analog inputs; an analog input terminal 52 comprising plural n-channels (CH1 to CHn) inputted to the analog multiplexer 51; an offset/gain voltage input terminal 53 that inputs an offset voltage or a gain voltage with respect to the analog input terminal 52 of each channel; an analog input circuit section 54 that appropriately processes the analog input signal; an A/D converter 56 that A/D-converts the analog output from the analog input circuit section 54 to a digital signal; a microcomputer section (abbreviated below as "MC section") 62 that stores the software-conversion value by switching on or switching off the offset adjustment-use switch 58 or the gain adjustment-use switch 60 and uses that value as a reference to convert the analog input value to a digital value; and a control switch section 64 that conducts switch control of the analog input of the analog multiplexer 51.

[0005]

The digital data A/D-converted by the A/D conversion device 50 are sent to a PC/CPU device 68 via a data transceiver section 66, and digital processing is administered thereto.

[0006]

In the conventional A/D conversion device 50, an optional offset voltage or gain voltage inputted from the offset/gain voltage input terminals 53 when the system is launched is inputted to each channel while the analog multiplexer 51 is switched with the control switch section 64, and the offset adjustment-use switch 58 or the gain adjustment-use switch 60 is switched ON/OFF, whereby the conversion value is stored with software in the MC section 62 and the analog signal value is converted to a digital value on the basis of the stored conversion value.

[0007]

[Problems that the Invention is to Solve]

Conventional A/D conversion devices have been configured as described above, but they have the following problems.

[0008]

Namely, the offset voltage or gain voltage inputted from the once-set offset/gain voltage input terminal 53 is always stored at a constant value regardless of temperature changes or secular changes. Thus, in order to improve the temperature characteristics of the A/D conversion device 50, it is necessary to use numerous expensive parts with good temperature characteristics, particularly for the analog input circuit section 54, and there has been the drawback that the manufacturing costs increase.

[0009]

Also, when the analog input range of the analog input circuit section 54 is made variable and the device is configured so that the gain is changeable, it has been necessary to conduct offset adjustment and gain adjustment each

time the gain is changed, which is troublesome.

[0010]

Moreover, the conventional example described above has not been disposed with the function of detecting failure of the A/D conversion device. Thus, when checking to see whether or not the A/D conversion device has failed, there has been the drawback that it is necessary to connect a constant voltage supply with respect to questionable input channels to confirm whether the A/D conversion value is appropriate, which takes time and effort.

[0011]

The present invention has been made in view of the drawbacks that the prior art has, and it is a first object thereof to obtain an A/D conversion device whose A/D conversion accuracy is high and which is not easily affected by temperature changes or secular changes, even if expensive parts with good temperature characteristics are not used for the analog input circuit section.

[0012]

It is a second object of the invention to obtain an A/D conversion device where offset adjustment and gain adjustment are automatically conducted even if the gain of the analog input circuit section is changed.

[0013]

It is a third object of the invention to obtain an A/D conversion device disposed with a failure detection function that can easily detect whether or not A/D conversion is being properly conducted.

[0014]

[Means for Solving the Problems]

In order to achieve these objects, an A/D conversion device pertaining to this invention comprises: an offset-use reference voltage section that shorts a differential input to generate an offset-use reference voltage; an analog multiplexer that selects an analog input or the offset-use reference voltage; an analog input circuit section that appropriately processes an analog input signal inputted from the analog multiplexer; an A/D conversion section that converts the analog signal outputted from the analog input circuit section into a digital signal; a control switch section that conducts input switch control of the analog multiplexer to periodically receive the analog input and the offset-use reference voltage; and a correction section that corrects an offset value by updating, every constant period, an A/D conversion value obtained as a result of the A/D conversion section converting the analog input and the offset-use reference voltage periodically received by the control switch section.

[0015]

According to this invention, the offset-use reference voltage section shorting the differential input generates the offset-use reference voltage, input switch control of the analog multiplexer is conducted by the control switch section, the analog input and the offset-use reference voltage are switched and outputted to the analog input circuit section, and the analog signal outputted from the analog input circuit section is converted to a digital signal by the A/D conversion section. Also, the correction section updates and corrects the offset value every constant period on the basis of the A/D conversion value obtained by the analog input and the offset-use reference voltage being

periodically received and A/D-converted by the A/D conversion section by the control switch section. For this reason, offset error resulting from a temperature change or the like can be automatically adjusted using an inexpensive offset-use reference voltage shorting the differential input and without using a sequence program. Thus, high A/D conversion accuracy that is not easily affected by a temperature change or a secular change can be obtained.

[0016]

In another A/D conversion device pertaining to the invention, the analog input inputted to the analog multiplexer comprises plural channels, the A/D conversion device includes a switch section that conducts switching of the offset-use reference voltage and the analog input per channel, and the control switch section conducts switch control of the switch section to automatically conduct correction of the offset value.

[0017]

According to this invention, the analog multiplexer has analog inputs of plural channels, switch control of the offset-use reference voltage and the analog input is conducted per channel by the switch section, and the offset value is automatically corrected. For this reason, the offset-use reference voltage is directly added to the analog input actually used, whereby error resulting from a difference in the input path can be eliminated.

[0018]

In another A/D conversion device pertaining to the invention, the device further comprises a gain-use reference voltage section that generates a

gain-use reference voltage, wherein the analog multiplexer switches the analog input, the offset-use reference voltage input and the gain-use reference voltage input, the control switch section conducts input switch control of the analog multiplexer and periodically receives the analog input, the offset-use reference voltage and the gain-use reference voltage, and the correction section corrects the offset value and the gain value by updating, every constant period, A/D conversion values obtained as a result of the A/D conversion section converting the analog input, the offset-use reference voltage and the gain-use reference voltage periodically received by the control switch section.

[0019]

According to this invention, the device further comprises the gain-use reference voltage section that generates the gain-use reference voltage, the analog input, the offset-use reference voltage and the gain-use reference voltage inputted to the analog multiplexer are periodically changed by the control switch section, and the offset value and the gain value are updated and corrected every constant period on the basis of the A/D conversion value converted by the A/D conversion section. For this reason, it becomes difficult for temperature changes to affect the accuracy of A/D conversion, even if expensive parts with good temperature characteristics are not used for the analog input circuit section. Also, because the offset value and the gain value are automatically updated every constant period, secular changes can be prevented. Moreover, because the internal offset-use reference voltage section and the gain-use reference voltage section are used, offset adjustment

and gain adjustment at the time the device is launched become unnecessary.

[0020]

In another A/D conversion device pertaining to the invention, the analog input circuit section makes the analog input range switchable to vary the gain, and the correction section is configured to correct the offset value and the gain value in accordance with the analog input switched by the analog input circuit section.

[0021]

According to this invention, when the analog input range of the analog input circuit section is switched to change the gain, the offset value and the gain value are corrected in accordance with the changed analog input range. In this manner, even when the analog input range of the analog input circuit section is switched to change the gain, offset adjustment and gain adjustment can be automatically done with the software.

[0022]

In another A/D conversion device pertaining to the invention, the device further comprises a failure detection section that conducts failure detection of the device on the basis of the result of a comparison of the A/D conversion value of the gain-use reference voltage and the A/D conversion value of the analog input.

[0023]

According to this invention, failure detection as to whether or not A/D conversion is being conducted properly is conducted by comparing the A/D conversion value of the gain-use reference voltage and the A/D conversion

value of the analog input with the failure detection section, so that failure can be detected easily and accurately.

[0024]

In another A/D conversion device pertaining to the invention, the device further comprises notifying means that provides notification of the fact that the device has failed when the result of the comparison by the failure detection section of the A/D conversion value of the gain-use reference voltage and the A/D conversion value of the analog input exceeds a predetermined accuracy range.

[0025]

According to this invention, the occurrence of failure is detected by whether or not the result of the comparison by the failure detection section of the A/D conversion value of the gain-use reference voltage and the A/D conversion value of the analog input exceeds the predetermined accuracy range, and when there is a failure, the operator is notified of the device failure by the notifying means. For this reason, it can be easily determined whether or not there is a failure.

[0026]

[Embodiments of the Invention]

Embodiments of the A/D conversion device pertaining to this invention will be described in detail below on the basis of the drawings.

[0027]

(First Embodiment)

FIG. 1 is a block diagram showing the configuration of an A/D

conversion device 10 pertaining to a first embodiment. FIG. 2 is a line diagram describing the conversion of an offset value and a gain value pertaining to the first embodiment. FIG. 3 is a line diagram describing the correction of offset error resulting from a temperature change. The A/D conversion device 10 pertaining to the first embodiment is implemented as an A/D conversion device that receives plural analog inputs, sends a digital value obtained by A/D-converting the analog input to a PC/CPU device 28, and processes the digital value.

[0028]

The A/D conversion device 10 includes: an analog multiplexer 12 that conducts switching of plural analog inputs and reference voltage inputs; an analog input terminal 13 comprising plural channels (CH1 to CHn) inputted to the analog multiplexer 12; an analog input circuit section 14 that appropriately processes the analog input signal switched by the analog multiplexer 12; an A/D converter 16 serving as an A/D conversion section that converts the analog signal outputted from the analog input circuit section 14 to a digital signal; and a microcomputer section (called "MC section" below) 18 serving as a correction section that corrects the offset value or the gain value by periodically executing offset adjustment or gain adjustment on the basis of the digital signal A/D-converted by the A/D converter 16, or serving as a failure detection section that conducts failure detection of the A/D conversion device on the basis of the result of a comparison of the A/D conversion value of a gain-use reference voltage and the A/D conversion value of the analog input.

[0029]

The A/D conversion device 10 is also disposed with: an alarm 19 serving as notifying means that issues an alarm signal to provide a warning when the MC section 18 compares the respective A/D conversion values of the gain-use reference voltage inputted from a gain-use reference voltage section 22 described later and the analog input inputted from the analog input terminal 13 and the result of that comparison exceeds a predetermined accuracy range; an offset-use reference voltage section 20 that shorts a differential input to generate an offset-use reference voltage (0 V); and a gain-use reference voltage section 22 that generates a gain adjustment-use reference voltage. Here, a device with good temperature characteristics and good accuracy is used for the gain-use reference voltage section 22.

[0030]

The A/D conversion device 10 is also disposed with a control switch section 24 that controls the input switching of the analog multiplexer 12 with the software of the MC section 18 and receives the analog input, the gain-use reference voltage and the offset-use reference voltage every constant period. It is preferable for the intervals in which the analog input, the gain-use reference voltage and the offset-use reference voltage are received by the control switch section 24 to be intervals necessarily sufficient in order to ensure high A/D conversion accuracy without being affected by temperature changes, by following a temperature change if there is a temperature change midway and correcting the offset value and the gain value.

[0031]

Next, the operation of converting the offset value and the gain value will be described using FIGS. 1 to 3.

[0032]

The offset-use reference voltage inputted from the offset-use reference voltage section 20 and the gain-use reference voltage inputted from the gain-use reference voltage section 22 to the analog multiplexer 12 of FIG. 1 are A/D-converted by the A/D converter 16 via the analog input circuit section 14. As shown in FIG. 2, these are converted to an offset value a and a gain value b on the basis of the offset-use reference voltage and the gain-use reference voltage serving as the input voltage (V) inputted to the A/D converter 16, and are received by the MC section 18 and stored as an offset value or a gain value.

[0033]

The analog input inputted from the analog input terminals 13 are A/D-converted via a similar path, stored in the MC section 18, and converted by the software on the basis of the aforementioned offset value and gain value.

[0034]

The offset value a and the gain value b converted by the A/D converter 16 change due to a temperature change or the like. For this reason, as shown in FIG. 2, the offset value a is converted to 0 and the gain value is converted to 1000 by the software every set period of time, for example, and the offset-use reference voltage is always converted to 0 and the gain-use reference voltage is always converted to 1000 regardless of variations in the

offset value a and the gain value b. Also, the analog input is calculated and converted on the basis of the offset value a and the gain value b.

[0035]

For example, the offset-use reference voltage section 20 shorts the differential input so that the differential input voltage (offset-use reference voltage) becomes 0 V. Because a differential input analog multiplexer IC that is substantially identical to the analog input channel is used for the differential input, the differential input can be considered to pass through the same path as the analog input, and the conversion value of the A/D converter 16 of 0 V input is affected by temperature changes similar to the A/D conversion value of the analog input.

[0038]

Thus, a measurement value Y can be calculated by the following expression (1), assuming that a represents the conversion value of the A/D converter 16 of 0 V input that is the offset-use reference voltage, G represents the gain on the software at the time of the factory shipment setting (where G is constant), and X represents the conversion value of the A/D converter 16 of the analog input voltage.

[0037]

$$\text{Measurement value Y (digital value)} = G \cdot (X - a) \cdots (1)$$

[0038]

By regularly updating the conversion value a of the A/D converter 16 using expression (1), offset error due to a temperature change can be corrected. Namely, when 0 V, which is the offset-use reference voltage, is

being inputted, the measurement value always becomes the digital value 0.

[0039]

Looking at this with FIG. 3, which shows the relationship between the conversion value of the A/D converter and the conversion value on the software resulting from a temperature change, a represents the A/D converter conversion value of the line G1 when there is no temperature change in the 0 V of the offset value, a' represents the conversion value of the A/D converter of the line G2 when it has been affected by a temperature change, X represents the conversion value of the A/D converter 16 of the line G1 when there is no temperature change in the analog input, and X' represents the conversion value of the A/D converter of the line G2 when it has been affected by a temperature change.

[0040]

Here, as described above, it will be assumed that the gain G on the software is not affected by temperature changes (the orientation of the line of FIG. 3 does not change), and X can be corrected to X' by correcting a to a' . Thus, it can be ensured that the measurement value Y is not changed. In this manner, in the first embodiment, offset error resulting from a temperature change is processed by the software, whereby the offset value can be corrected so that it is not affected by a temperature change. It will be noted that the data converted by the A/D conversion device 10 are sent to the PC/CPU device 28 via a data transceiver section 26.

[0041]

In the first embodiment, a case was described where the input range of

the analog input circuit section 14 was fixed, but the analog input range may be of a switchable format to make the gain of the analog input circuit section 14 variable. In this manner, in the first embodiment, even if the gain of the analog input circuit section 14 is made variable, offset adjustment and gain adjustment can be conducted by the software as described above. Thus, offset adjustment and gain adjustment can be conducted automatically in accordance with the switching of the analog input range.

[0042]

It also becomes possible for the value obtained as a result of the A/D converter 16 A/D converting the gain-use reference voltage of the gain-use reference voltage section 22 to be received by the MC section 18 by conducting control with the software as described above, and the failure detection function that determines whether or not A/D conversion value is normal can be given by causing the gain value to be displayed similar to the analog inputs.

[0043]

Moreover, with respect to the failure detection function, in the MC section 18, control is conducted with the software to receive the value obtained by A/D-converting the gain-use reference voltage, and it is determined with the software whether or not the A/D conversion value exceeds the predetermined accuracy range including temperature changes and secular changes, so that if the A/D conversion value exceeds the predetermined accuracy range, the operator can be notified of the fact that the A/D conversion device 10 has failed by sending the alarm signal to the alarm

19 to give warning.

[0044]

As described above, according to the first embodiment, the accuracy of A/D conversion can be prevented from being deteriorated due to a temperature change or a secular change, even if expensive parts with good temperature characteristics are not used for the analog input circuit section.

[0045]

Also, the time and effort of offset adjustment and gain adjustment at the time the device is launched as conventionally has been the case can be omitted, and even if the analog input range of the analog input circuit section is switched to change the gain, offset adjustment and gain adjustment can be automatically conducted by the software, whereby proper A/D conversion accuracy can always be maintained.

[0046]

Moreover, failure detection as to whether or not A/D conversion is being conducted normally can be easily and accurately detected by comparing the A/D conversion value of the gain-use reference voltage with the A/D conversion value of the analog input, and the operator can be reliably notified of the occurrence of failure with the notifying means.

[0047]

(Second Embodiment)

Next, a second embodiment of this invention will be described on the basis of FIG. 4. Here, the same reference numerals will be given to constituent portions that are the same as or similar to those in the first

embodiment, and description thereof will be simplified or omitted.

[0048]

FIG. 4 is a block diagram showing the configuration of an A/D conversion device 30 pertaining to the second embodiment. The A/D conversion device 30 of the second embodiment also receives an analog input and sends an A/D-converted digital value to the PC/CPU device 28.

[0049]

The characteristic of the A/D conversion device 30 pertaining to the second embodiment is that, in comparison to the first embodiment, the offset-use reference voltage section 20 generates the offset-use reference voltage due to the reference voltage inputted to the analog multiplexer 12 shorting the differential input, and the gain-use reference voltage section 22 is not disposed. For this reason, the control switch section 24 of the second embodiment shown in FIG. 4 controls the input switching of the analog multiplexer 12 with the software of the MC section 18 and receives the analog input and the offset-use reference voltage every constant period.

[0050]

Next, the operation of the second embodiment will be described. The basic operation in the second embodiment is substantially the same as that of the preceding first embodiment, but in the case of the second embodiment, the offset-use reference voltage is inputted to the analog multiplexer 12 from the offset-use reference voltage section 20, A/D-converted by the A/D converter 16 via the analog input circuit section 14, received by the MC section 18, and stored as the offset value. The analog input inputted from the analog input

terminal 13 is also A/D-converted via a similar path and received by the MC section 18.

[0051]

The offset value and the conversion value of the analog inputs are received by the MC section 18 by switch-controlling the analog multiplexer 12 every constant period with the control switch section 24. The MC section 18 corrects the offset value with the software by subtracting the offset value from the analog input, whereby the analog signal can be accurately converted to a digital signal that is not affected by a temperature change or the like. In this manner, the digital data obtained by A/D-converting the analog input with the software using the offset-use reference voltage pass through the data transceiver section 26 and are sent to the PC/CPU device 28.

[0052]

As described above, in the second embodiment, the offset-use reference voltage is used as the reference voltage to correct the analog input with the software, whereby A/D conversion processing can be accurately conducted without being affected by a temperature change or the like. Also, in the case of the second embodiment, similar to the first embodiment, because offset error is periodically automatically adjusted, high A/D conversion accuracy that is not easily affected by affects by a temperature change or a secular change can be obtained. Moreover, in the second embodiment, the device can be configured inexpensively because it is not necessary to use an expensive, highly accurate gain-use reference voltage with good temperature characteristics.

[0053]

In the case of the second embodiment, similar to the first embodiment, it is preferable for the offset-use reference voltage to be received every necessarily sufficient interval in consideration of temperature changes and the like.

[0054]

(Third Embodiment)

Next, a third embodiment of this invention will be described on the basis of FIG. 5. Here, the same reference numerals will be given to constituent portions that are the same as or similar to those in the first embodiment, and description thereof will be simplified or omitted.

[0055]

FIG. 4 is a block diagram showing the configuration of an A/D conversion device 40 pertaining to the third embodiment. The A/D conversion device 40 of the third embodiment also receives an analog input and sends an A/D-converted digital value to the PC/CPU device 28.

[0056]

The characteristic of the A/D conversion device 40 pertaining to the third embodiment is that, in comparison to the first embodiment, the differential input is shorted to generate the offset-use reference voltage, and an analog switch 42 serving as a switch section that switches the analog input per channel is disposed. The control switch section 24 switch-controls the analog switch 42, whereby the offset-use reference voltage is periodically received and the offset value is periodically corrected in the MC section 18.

[0057]

Namely, the third embodiment is different from the second embodiment in that the offset-use reference voltage is inputted using the analog switch 42 with respect to the analog input of each channel actually used.

[0058]

Next, the operation of the third embodiment will be described. The basic operation in the third embodiment is substantially the same as that of the preceding first embodiment, but in the case of the third embodiment, the offset-use reference voltage and the analog input are switched and received by the analog switch 42 every constant period, A/D-converted by the A/D converter 16, and received by the MC section 18.

[0059]

Additionally, in the MC section 18, control is done with the software so that switch control is conducted by the switch control section 24 every necessarily sufficient interval in consideration of temperature changes or the like, the offset value is corrected with the software every constant period, and the analog input is A/D-converted on the basis of the corrected offset value. Namely, the input of the offset-use reference voltage is A/D-converted by the A/D converter 16 via the analog input circuit section 14, received by the MC section 18, and stored as the offset value.

[0060]

The analog input is also A/D-converted by passing through exactly the same path and received by the MC section 18. Additionally, in the MC 18,

the offset value is added-subtracted from the analog input with the software and A/D-converted. The converted digital data are sent to the PC/CPU device 28 via the data transceiver section 16.

[0061]

As described above, in the third embodiment, the offset-use reference voltage and the analog input are switch-controlled per channel by the analog switch 42, and when the offset value is automatically corrected, it becomes possible to directly add the offset-use reference voltage to the analog input actually used, so that error resulting from a difference in the input path can be eliminated.

[0062]

[Effects of the Invention]

As described above, according to the A/D conversion device pertaining to this invention, using an inexpensive offset-use reference voltage in which the differential input is shorted, it is possible to automatically adjust offset error resulting from temperature changes or the like without using a sequence program. Thus, high A/D conversion accuracy that is not easily affected by a temperature change or a secular change can be obtained.

[0063]

According to another A/D conversion device pertaining to the invention, the offset-use reference voltage can be directly added to the analog input actually used when the offset value is automatically corrected by switch-controlling the offset-use reference value and the analog input with the switch section. Thus, error resulting from a difference in the input path can

be eliminated.

[0064]

According to another A/D conversion device pertaining to the invention, deterioration in the accuracy of A/D conversion due to a temperature change or a secular change is eliminated even if expensive parts with good temperature characteristics are not used for the analog input circuit section, and the time and effort of offset adjustment and gain adjustment when the device is launched can be saved.

[0065]

According to another A/D conversion device pertaining to the invention, offset adjustment and gain adjustment can be automatically conducted with software even when the analog input range of the analog input circuit section is switched and the gain is changed.

[0066]

According to another A/D conversion device pertaining to the invention, failure detection as to whether or not A/D conversion is being conducted properly can be easily and accurately detected by comparing the A/D conversion value of the gain-use reference voltage and the A/D conversion value of the analog input with the correction section.

[0067]

According to another A/D conversion device pertaining to the invention, notification is provided of the occurrence of failure by the notifying means when failure is detected by the correction section. Thus, it can be easily be determined whether or not there is a failure.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] A block diagram showing the configuration of an A/D conversion device pertaining to a first embodiment of the invention.

[FIG. 2] A line diagram describing the conversion of an offset value and a gain value pertaining to the first embodiment.

[FIG. 3] A line diagram describing the correction of offset error resulting from a temperature change.

[FIG. 4] A block diagram showing the configuration of an A/D conversion device pertaining to a second embodiment of the invention.

[FIG. 5] A block diagram showing the configuration of an A/D conversion device pertaining to a third embodiment of the invention.

[FIG. 6] A block diagram showing the configuration of a conventional A/D conversion device.

[Description of Reference Numerals]

- 10 A/D Conversion Device
- 12 Analog Multiplexer
- 14 Analog Input Circuit Section
- 16 A/D Converter
- 18 Microcomputer Section (MC Section)
- 19 Alarm
- 20 Offset-Use Reference Voltage Section
- 22 Gain-Use Reference Voltage Section
- 24 Control switch Section
- 42 Analog Switch

FIG. 1

- 12 ANALOG MULTIPLEXER
- 14 ANALOG INPUT CIRCUIT SECTION
- 16 A/D CONVERTER
- 18 MC SECTION
- 22 GAIN-USE REFERENCE VOLTAGE SECTION
- 24 CONTROL SWITCH SECTION
- 26 DATA TRANSCEIVER SECTION
- 28 PC/CPU DEVICE

FIG. 2

CONVERSION VALUE ON SOFTWARE
GAIN VALUE
OFFSET VALUE
A/D CONVERTER CONVERSION VALUE
OFFSET-USE REFERENCE VOLTAGE
GAIN-USE REFERENCE VOLTAGE
INPUT VOLTAGE

FIG. 3

CONVERSION VALUE ON SOFTWARE
MEASURED VALUE Y
OFFSET VALUE O
A/D CONVERTER CONVERSION VALUE

VARIES DUE TO AFFECT OF TEMPERATURE CHANGES, BUT
BECOMES SAME MEASUREMENT VALUE Y.

FIG. 4

- 12 ANALOG MULTIPLEXER
- 14 ANALOG INPUT CIRCUIT SECTION
- 16 A/D CONVERTER
- 18 MC SECTION
- 24 CONTROL SWITCH SECTION
- 26 DATA TRANSCEIVER SECTION
- 28 PC/CPU DEVICE

FIG. 5

- 12 ANALOG MULTIPLEXER
- 14 ANALOG INPUT CIRCUIT SECTION
- 16 A/D CONVERTER
- 18 MC SECTION
- 24 CONTROL SWITCH SECTION
- 26 DATA TRANSCEIVER SECTION
- 28 PC/CPU DEVICE

FIG. 6

- 51 ANALOG MULTIPLEXER
- 53 OFFSET/GAIN VOLTAGE INPUT TERMINAL

54	ANALOG INPUT CIRCUIT SECTION
56	A/D CONVERTER
58	OFFSET REGULATION-USE SWITCH
60	GAIN REGULATION-USE SWITCH
62	MC SECTION
64	CONTROL SWITCH SECTION
66	DATA TRANSCEIVER SECTION
68	PC/CPU DEVICE

[Amendment]

[Date Submitted] February 1, 2001

[Amendment 1]

[Amended Document] Specification

[Amended Item] Paragraph 0006

[Type of Amendment] Change

[Amended Content]

[0006]

In the conventional A/D conversion device 50, an optional offset voltage or gain voltage inputted from the offset/gain voltage input terminals 53 when the system is launched is inputted to each channel while the analog multiplexer 51 is switched with the control switch section 64, and the offset adjustment-use switch 58 or the gain adjustment-use switch 60 is switched ON/OFF, whereby the conversion value is stored with software in the MC section 62 and the analog signal value is converted to a digital value on the basis of the stored conversion value.

[Amendment 2]

[Amended Document] Specification

[Amended Item] Paragraph 0052

[Type of Amendment] Change

[Amended Content]

[0052]

As described above, in the second embodiment, the offset-use reference voltage is used as the reference voltage to correct the analog input

with the software, whereby A/D conversion processing can be accurately conducted without being affected by a temperature change or the like. Also, in the case of the second embodiment, similar to the first embodiment, because offset error is periodically automatically adjusted, high A/D conversion accuracy that is not easily affected by a temperature change or a secular change can be obtained. Moreover, in the second embodiment, the device can be configured inexpensively because it is not necessary to use an expensive, highly accurate gain-use reference voltage with good temperature characteristics.

[Amendment 3]

[Amended Document] Specification

[Amended Item] Paragraph 0060

[Type of Amendment] Change

[Amended Content]

The analog input is also A/D-converted by passing through exactly the same path and received by the MC section 18. Additionally, in the MC section 18, the offset value is added-subtracted from the analog input with the software and A/D-converted. The converted digital data are sent to the PC/CPU device 28 via the data transceiver section 26.

[Amendment 4]

[Amended Document] Specification

[Amended Item] Paragraph 0064

[Type of Amendment] Change

[Amended Content]

According to another A/D conversion device pertaining to the invention, deterioration in the accuracy of A/D conversion due to a temperature change or a secular change is eliminated even if expensive parts with good temperature characteristics are not used for the analog input circuit section, and the time and effort of offset adjustment and gain adjustment when the device is launched can be saved.

[Amendment 5]

[Amended Document] Drawings

[Amended Item] FIG. 6

[Type of Amendment] Change

[Amended Content]

[FIG. 6]

- 51 ANALOG MULTIPLEXER
- 53 OFFSET/GAIN VOLTAGE INPUT TERMINAL
- 54 ANALOG INPUT CIRCUIT SECTION
- 56 A/D CONVERTER
- 58 OFFSET ADJUSTMENT-USE SWITCH
- 60 GAIN ADJUSTMENT-USE SWITCH
- 62 MC SECTION
- 64 CONTROL SWITCH SECTION
- 66 DATA TRANSCEIVER SECTION
- 68 PC/CPU DEVICE